

El papel de la citricultura en un contexto de cambio climático

Emisiones de GEIs por el sector agrario y comparativa con el C fijado por los diferentes cultivos valencianos

Domingo J. Iglesias¹ y Vicente Tejedo².

¹Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible, IVIA. Moncada, Valencia.

²Servicio de Transferencia de Tecnología, Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.

Nuestro país –y en particular la Comunidad Valenciana– constituye una potencia citrícola de primer orden, siendo responsable de la mayor parte de la producción de la Unión Europea. A los evidentes beneficios socioeconómicos del cultivo de los cítricos se suma el hecho de que recientes estudios han demostrado su elevada capacidad para fijar y almacenar CO₂ de la atmósfera. En este contexto, el trabajo que nuestro grupo de investigación viene desarrollando en los últimos años, parte de cuyas conclusiones más relevantes se muestran en el presente artículo, está proporcionando una nueva y particular visión acerca del papel del cultivo de los cítricos en la mitigación del cambio climático.

España se configura como una potencia mundial en materia de agricultura. En particular, la Comunidad Valenciana ocupa un lugar muy destacado en cuanto a superficie cultivada de frutales y, especialmente, de cítricos. De hecho, en España se cultivan más de 300.000 hectáreas de cítricos, que producen más de 7 millones de t de las cuales aproximadamente el 80% se comercializan para el consumo en fresco y el 55% se exporta a los mercados europeos. La Comunidad Valenciana es la mayor productora a nivel nacional, contribuyendo con cerca del 60% a la producción.

Sin embargo, y a pesar de la enorme trascendencia socioeconómica del sector, en las últimas décadas un gran número de estudios han alertado acerca de los posibles efectos adversos de sus actividades sobre el entorno. Al igual que para el resto de actividades humanas, el modo en que el sector agrario puede contribuir a alterar el medio natural y, en general, a lo que hoy todo el mundo conoce como cambio climático está siendo objeto de intensa revisión y vigilancia. No obstante, recientes estudios –algunos de los cuales liderados por nuestro grupo de trabajo– han dado un vuelco a este escenario,

remarcando el papel de los cultivos leñosos como sumideros activos de carbono.

En el presente trabajo tomamos la Comunidad Valenciana como modelo de análisis del papel medioambiental de una actividad agraria tan importante como es la citricultura, y valoramos en qué medida la promoción de su



cultivo puede contribuir a la mitigación al cambio climático. Para ello, se han comparado los registros oficiales de emisiones durante los últimos años –con especial atención al sector agrícola– con las estimaciones de la capacidad de secuestro de carbono de los cultivos mayoritarios, y proponemos algunas directrices a seguir derivadas de los resultados obtenidos.

Cambio climático y gases de efecto invernadero

Las distintas actividades humanas liberan a la atmósfera los conocidos como gases de efecto invernadero (GEIs). Se trata de compuestos de naturaleza gaseosa que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo, de manera que su acumulación conduce a un inevitable aumento de la temperatura de la atmósfera. Los más importantes son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los hidrofluorocarburos

CUADRO I.

POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL A 100 AÑOS (GWP) DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO (fuente: IPCC).

Potencial de calentamiento global a 100 años GWP		
Dióxido de carbono	CO_2	1
Metano	CH_4	23
Óxido nitroso	N_2O	296
Hidrofluorocarburos	HFCs	120-12.000
Perfluorocarburos	PFCs	5.700-11.900
Hexafluoruro de azufre	SF_6	22.200

(HFCs), perfluorocarburos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Es interesante hacer notar que no todos los GEIs presentan la misma capacidad a la hora de provocar el calentamiento global (Potencial de Calentamiento Global GWP; **cuadro I**). En este sentido y por convenio, las emisiones de gases de efecto invernadero se contabilizan en Kilotoneladas de CO_2 equivalente ($\text{CO}_2\text{-eq}$), calculadas como el producto de las emisiones de cada gas de efecto invernadero por su potencial de calentamiento global (GWP). En el sector agrario los gases de efecto invernadero de mayor importancia son el CO_2 , el CH_4 y el N_2O .

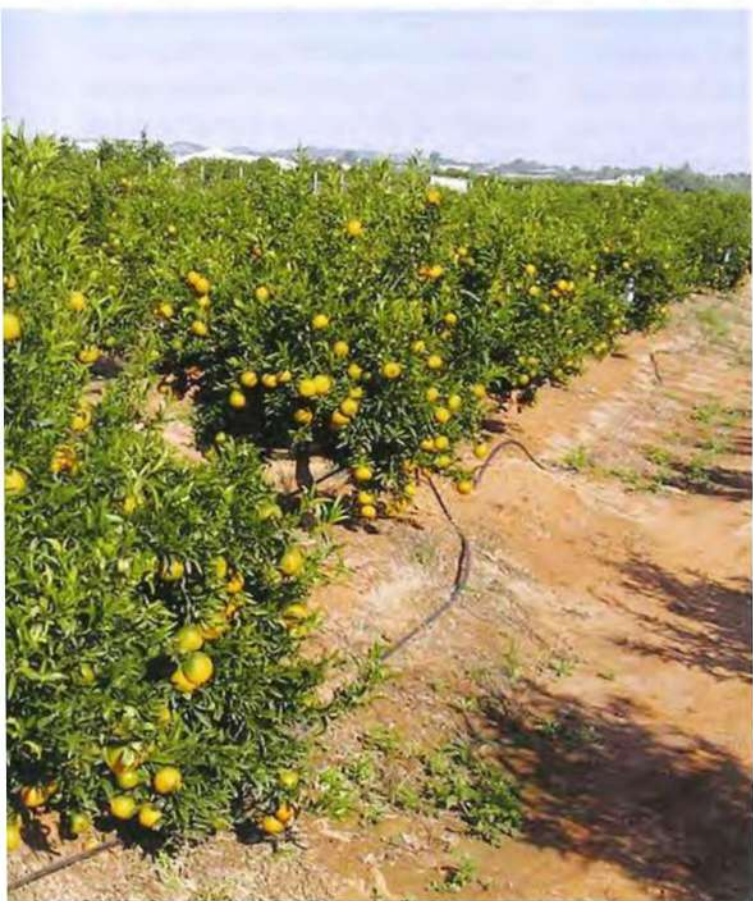
Desde que se conocen sus efectos adversos, la comunidad científica lleva a cabo el registro y estudio de la dinámica de los GEIs presentes en la atmósfera. Desafortunadamente la acumulación de todos estos gases es cada vez más preocupante, materializándose en la puesta en

marcha de distintas estrategias de acción dirigidas a incrementar el conocimiento de sus efectos sobre el entorno y también a gestionar estrategias para su reducción.

El Protocolo de Kyoto supuso un importante paso frente a la lucha contra el calentamiento del planeta, promoviendo la concienciación sobre el problema, la cooperación transnacional y estableció la necesidad de cumplir con una serie de objetivos para limitar y reducir la generación de gases de efecto invernadero. En el ámbito nacional, también se vienen llevando a cabo sucesivos planes de actuación no sólo para asegurar el cumplimiento de los objetivos básicos de Kyoto sino también para alcanzar un desarrollo económico y social más sostenible y respetuoso con el entorno. Por su parte y en paralelo, las distintas comunidades autónomas están llevando a cabo, durante estos últimos años, interesantes planes estratégicos tanto de adaptación como de mitigación. Baste citar como ejemplo la Estrategia Valenciana frente al Cambio Climático (EVCC 2013-20).

Pues bien, tal y como se define a nivel internacional, en la gestión de la lucha frente al cambio climático se consideran dos tipos de emisiones de GEIs: aquéllas sujetas al comercio de derechos de emisión –que en el caso de la Comunidad Valenciana representan el 40% del total– y las emisiones difusas, que suponen el 60% restante.

Para el cómputo de las emisiones GEIs sujetas al comercio de derechos se contabilizan las distintas empresas potencialmente contaminantes, bien definidas, catalogadas y, al menos en teoría, bajo estricto control por parte de la Administración. En el caso de la Comunidad Valenciana este grupo lo conforman mayoritariamente el sector de fabricación de azulejos y baldosas, y el correspondiente a las empresas de combustión. Por lo que respecta al cómputo correspondiente al sector de las emisiones difusas –cuyo registro y control es considerablemente más complicado– las actividades que se ven involucradas son más variadas. Es precisa-



mente en este grupo en el cual se incluye la agricultura, conjuntamente con actividades industriales y relacionadas con el procesado de la energía, cambios de uso del suelo y silvicultura, y también con el tratamiento y eliminación de residuos.

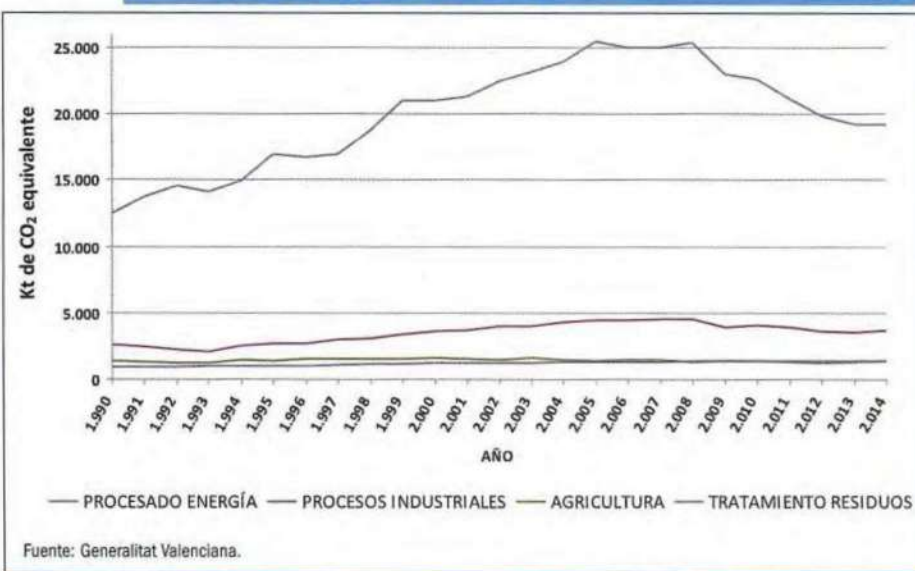
Emisiones difusas en el sector agrario

La **figura 1** muestra la evolución de la producción de emisiones difusas en la Comunidad Valenciana registradas para el período 1990 (año de referencia Kyoto) – 2014 (último año de registro de emisiones). Es evidente que las actividades relacionadas con el procesado de energía son las que más contribuyen a las cifras totales, con unos máximos muy acusados en los primeros años del siglo XXI que han ido decayendo hasta la actualidad.

En el caso de la agricultura las emisiones se han mantenido más o menos constantes durante el período considerado, representando un porcentaje reducido respecto de la totalidad de emisiones difusas. Así, en la **figura 2** se detalla la distribución porcentual de las diferentes categorías de actividad para el año 2014. Se observa que las emisiones del sector agrario supusieron solamente el 5,42% del total de emisiones difusas.

La **figura 3** muestra la evolución de la

FIG 1. Evolución de las emisiones de los sectores difusos en la Comunidad Valenciana durante el período 1990-2014



producción de emisiones difusas del sector de la agricultura desde 1990 hasta 2014 y el objetivo de reducción para el año 2020. Tal y como se ha comentado anteriormente, éstas han sido más o menos constantes durante este periodo y sus cifras no están lejos de cumplir con el objetivo de Kyoto (consistentes en una reducción aproximada del 20% de los niveles registrados en 1990). Por consiguiente, si nos atenemos a las cifras de

2014 las emisiones de CO₂ se deberían reducir aproximadamente en un 10% para el año 2020.

Para entender con detalle cuáles son las actividades o procesos que en mayor medida contribuyen a las emisiones registradas para el sector agrario y en qué medida se puede incidir en su reducción para alcanzar el objetivo H2020 se presenta la **figura 4**. En ella se ilustra la distribución porcentual de dichas

FIG 2. Distribución de las emisiones difusas (en porcentaje) registradas en la Comunidad Valenciana durante el año 2014.

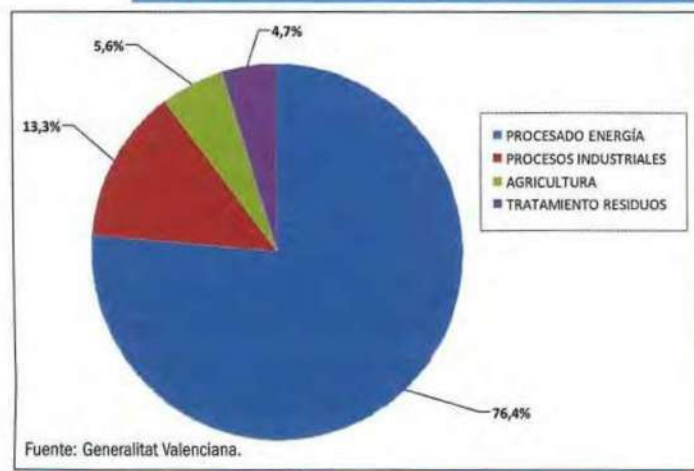
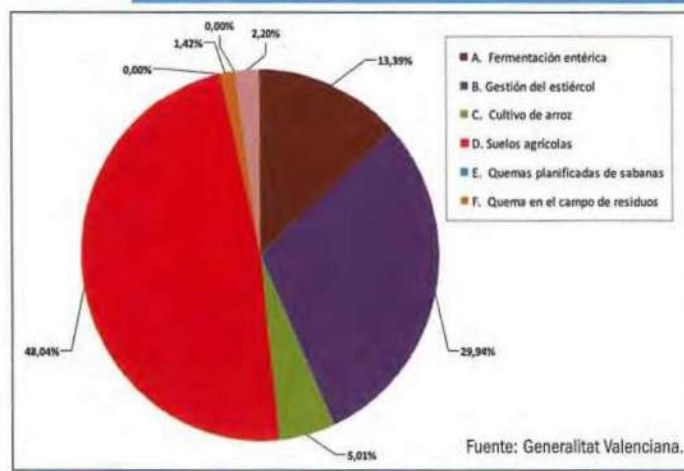


FIG 3. Distribución (en porcentaje) del promedio 1990-2014 de las emisiones del sector agrícola en la Comunidad Valenciana.



contribuciones, promediadas durante el período 1990-2014. Prácticamente el 50% de las mismas conciernen a las emisiones propias del suelo y derivadas de las actividades que lo involucran (p.ej. fertilización mineral y orgánica y/o aplicaciones de compost y lodos procedentes de depuradoras). Por otra parte, el 30% corresponden a gestión de estiércoles (fundamentalmente purines de la cabaña porcina), el 14% corresponde a la fermentación entérica del ganado rumiante (bovino, ovino, caprino y equino) y, finalmente, el cultivo del arroz es responsable de la emisión del 5% restante (debido a las emisiones de metano). De acuerdo con estos datos, sería muy interesante promover y desarrollar estrategias de actuación centradas en la reducción de las emisiones por parte del suelo, así como en relación con la gestión de la cabaña ganadera.

CO₂, carbono y cambio climático

Por todo lo comentado anteriormente resulta evidente que el CO₂ constituye el gas de referencia en el estudio del cambio climático, hasta el punto de que la huella del carbono se ha configurado como uno de los indicadores mundialmente reconocidos para medir la capacidad de captura o liberación de carbono de cualquier actividad. Dado el volumen de este gas que se libera directamente a la atmósfera, las fluctuaciones en sus emisiones pueden conllevar cambios críticos de la concentración y hasta de los flujos de carbono. Es por ello por lo que, además de reducir las emisiones, cualquier plan de acción al respecto debe incluir la promoción de iniciativas destinadas a mitigar el incremento progresivo de la concentración de CO₂ en la atmósfera, en un contexto de uso responsable y eficiente de los recursos.

Pues bien, en contraposición a la generación cada vez más alarmante de CO₂ por parte de las actividades humanas, cada vez más estudios están poniendo de manifiesto la gran capacidad del suelo y de la biomasa vegetal como elementos clave para secuestrar y/o almacenar carbono de la atmósfera

FIG 4. Volumen de emisiones difusas procedentes del sector agrario de la Comunidad Valenciana para el año 2014.

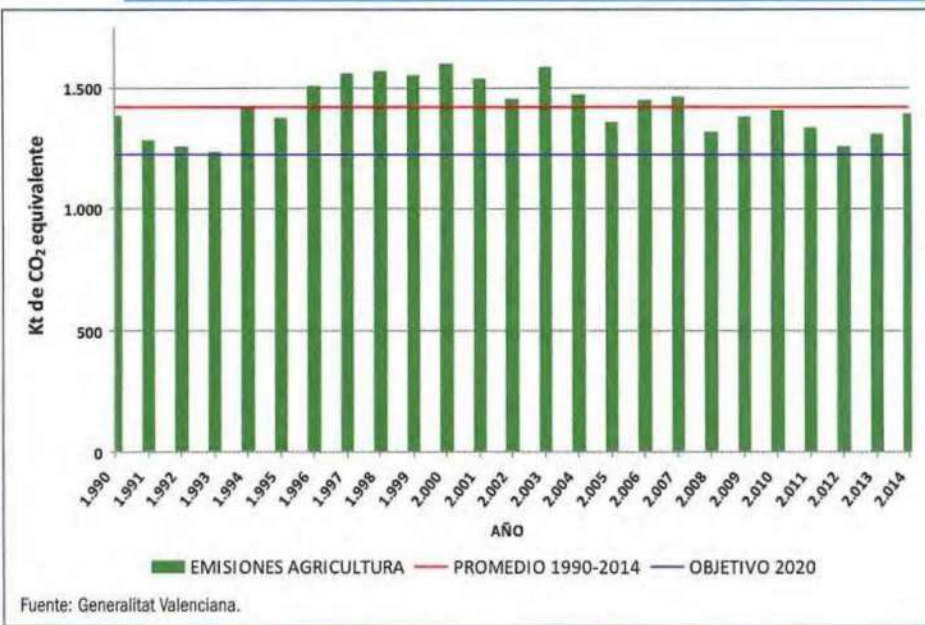
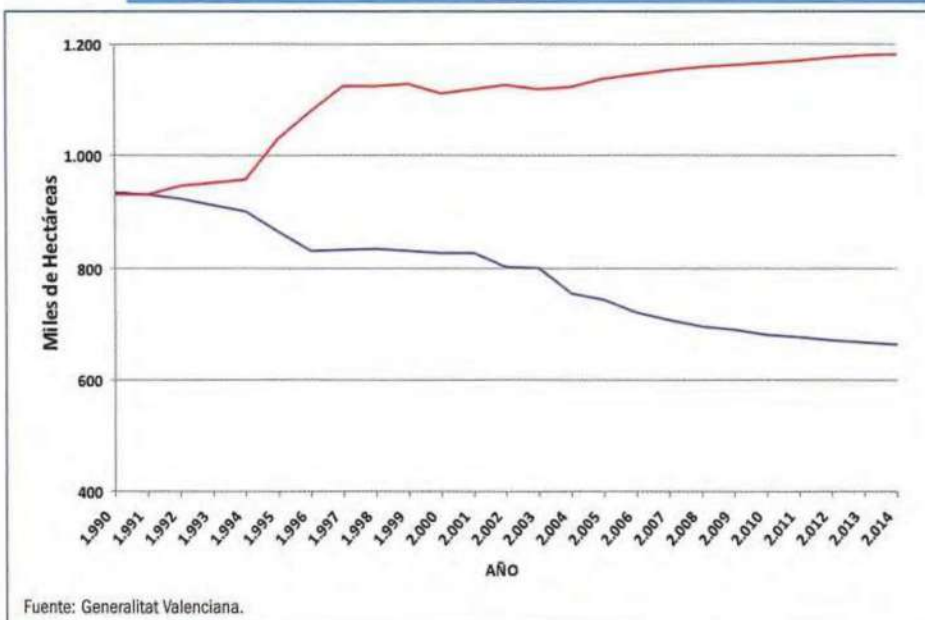


FIG 5. Evolución de la superficie forestal y de cultivo en la Comunidad Valenciana durante el período 1990-2014.



(véase Iglesias y cols., 2011, 2012). Este elemento ingresa al sistema en virtud de la actividad fotosintética de las plantas y es liberado de nuevo a la atmósfera por la respiración, tanto de la propia vegetación como de los microorganismos que habitan en el subs-

trato. La diferencia entre la cantidad de este elemento que se incorpora al sistema en forma de biomasa y la que se pierde —a través de la respiración vegetal y microbiana—, representa el balance neto de carbono del mismo. Y el resultado es que el CO₂ atmosférico es

FIG 6. Evolución de la distribución de las tierras de cultivo (leñosos, herbáceos y barbecho) en la Comunidad Valenciana durante el periodo 1990-2014.

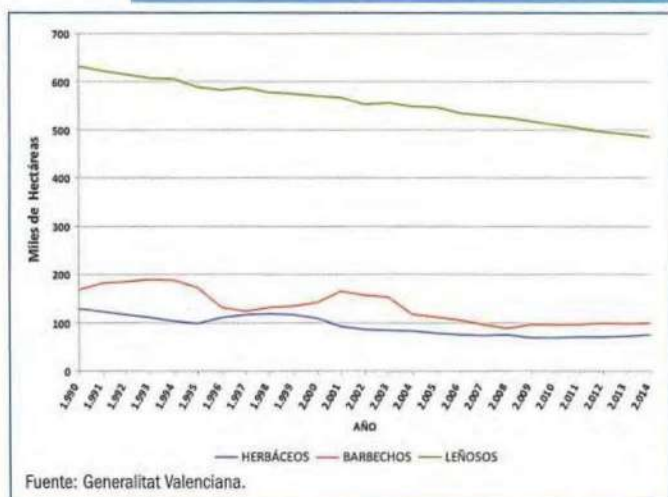
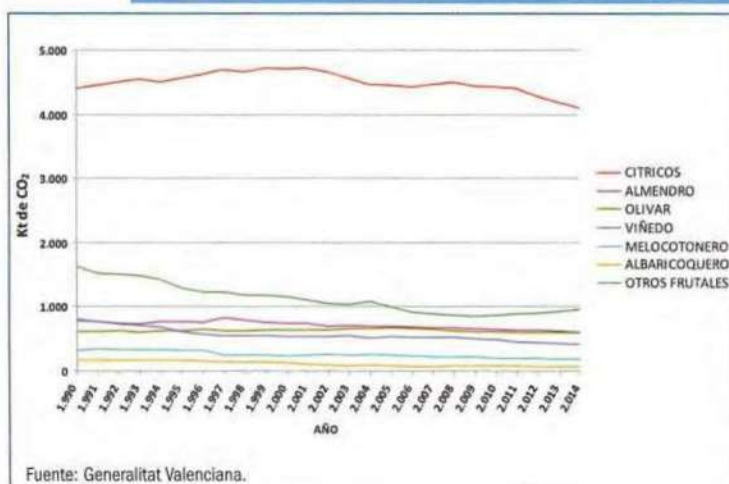


FIG 7. Evolución de la fijación de CO₂ por parte de los cultivos leñosos mayoritarios de la Comunidad Valenciana durante el periodo 1990-2014.



fijado por las plantas en forma de biomasa en sus propias estructuras, con unos valores que oscilan entre el 45% y el 50% del peso seco.

Todo ello implica que la cobertura vegetal –bien sea forestal o áreas cultivadas– se configura como una herramienta fundamental a la hora del diseño y establecimiento de estrategias de mitigación del cambio climático. La **figura 5** muestra la evolución de la superficie de tierras de cultivo y forestales en la Comunidad Valenciana durante el período

1990-2014. Se observa un aumento progresivo de la superficie de bosques, en contraposición a un descenso también paulatino de la superficie cultivada, si bien ambos parecen bastante estabilizados en los últimos años. En cualquier caso, el predominio de los cultivos leñosos ha sido una constante histórica (**figura 6**) y, entre ellos, los más significativos son sin duda los cítricos, que en 2014 representaban el 34% (164.843 ha) de los mismos. Le siguen el almendro (96.492 ha) –que representa el 20%–, el olivo con 91.868 ha (19%)

y el viñedo con 68.587 ha (14%). El resto (13%) corresponden a frutales de hueso, pepita y carnosos, siendo de ellos el caqui (14.490 ha) el cultivo más abundante. Por su parte, los cultivos herbáceos representaban en 1990 el 14% del total de la superficie de tierras de cultivo y en 2014, el 11,5%. Entre ellos, los más representativos en 2014 fueron la cebada en secano –con 19.868 ha– y el cultivo del arroz en regadío –con 15.059 ha–.

Huella de carbono de cultivos de la Comunidad Valenciana

En este escenario, pues, conocer la capacidad de fijación de carbono por parte de las especies cultivadas mayoritarias se convierte en una prioridad para definir con precisión cuál es su potencial para mitigar los efectos del cambio climático. Así, en esta dirección distintas entidades y administraciones han realizado esfuerzos muy notables y, entre otros, se cuenta con numerosos datos publicados y/o oficiales (véase Peris, 2015). El **cuadro II** muestra un resumen de tales datos, detallando la fijación por hectárea y total (en relación a la superficie de cultivo registrada en 2014) de CO₂ de los cultivos leñosos y herbáceos más significativos de la Comunidad Valenciana. La **figura**



7 demuestra que, a pesar de las fluctuaciones observadas en las superficies cultivadas, no se obtienen variaciones muy marcadas en los valores de CO₂ fijados durante el período considerado. Sin duda alguna, la contribución de los cítricos al secuestro de carbono de la atmósfera es la más acentuada por dos motivos fundamentales. El primero, por la gran superficie de cultivo con que cuenta en la Comunidad Valenciana; el segundo, porque se trata plantas con una elevada capacidad de secuestro de carbono.

Los datos mostrados, además, demuestran que la fijación de carbono por parte del sector agrario valenciano supera con

CUADRO II.

FIJACIÓN DE CO₂ POR PARTE DE LOS CULTIVOS MAYORITARIOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DURANTE EL AÑO 2014.

CULTIVO	Fijación CO ₂ (t CO ₂ /ha)	Superficie (ha)	Total fijación (Kt CO ₂)
Cítricos	25,00	164.843	4.121
Almendro	6,30	96.492	608
Olivar	6,59	91.868	605
Viñedo	6,26	68.587	429
Melocotón	30,71	6.375	196
Albaricoquero	22,81	3.851	88
Otros	18,00	53.984	972
Alfalfa	25,00	3.738	93
Alcachofa	22,70	3.738	85
Tomate	16,24	1.290	21
Patata	15,95	2.160	34
Melón	10,41	1.751	18

Se muestra la cantidad de CO₂ fijado por unidad de superficie y año y el valor total anual del CO₂ fijado atendiendo a toda la superficie cultivada (adaptado de Peris, 2015).

creces sus emisiones. De hecho, comparando los datos de fijación de CO₂ antes presentados con los datos de emisiones mostrados en la **figura 4**, revelan que en el año 2014 se fijaron 7.602 kilotoneladas de CO₂ que, en términos de compensación, equivalen a un 30% aproximadamente de la totalidad de emisiones difusas (por ejemplo prácticamente a la totalidad de emisiones de las cuales es responsable el transporte, 7.988,63 Kt CO₂-eq). Sorprendentemente, los cultivos leñosos y, entre ellos los cítricos, fueron responsables de la fijación de 7.019 kilotoneladas de CO₂. Su potencial de secuestro de carbono supone compensar, por ejemplo, las emisiones difusas conjuntas de los sectores: i) procesos industriales (3.673,21 Kt CO₂-eq), ii) agricultura (1.393,88 Kt CO₂-eq) y iii) tratamiento y eliminación de residuos (1.391,67 Kt CO₂-eq).

Con Sipcam Iberia cultiva y gana un Audi Q5

Ahora tu fidelidad tiene recompensa: llévate productos gratis por la compra de varios artículos. Además, participa en el sorteo del espectacular nuevo Audi Q5 valorado en 44.000€. Introduce el código PIN en www.cultivaygana.com y consulta las bases y condiciones de la promoción.

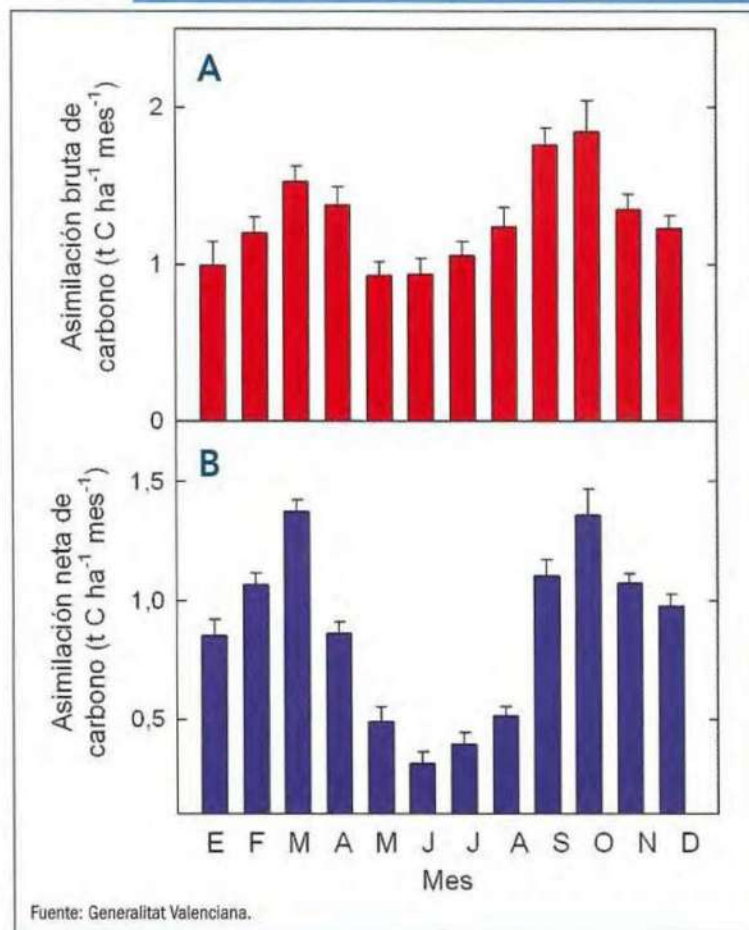
¡Rasca y gana!



Papel del cultivo de los cítricos en la mitigación del cambio climático

Los datos mostrados muestran la importancia medioambiental de la agricultura valenciana en la lucha ante el cambio climático y, especialmente, del cultivo de los cítricos. Con detalle, trabajos previos de nuestro grupo de investigación han demostrado que un cítrico adulto en plena producción puede llegar a almacenar —procedente del CO₂ de la atmósfera— más de 50 kg de C en sus estructuras (véase Iglesias y cols., 2011, 2012, 2013). Si bien existen diferencias en función de la edad, combinación patrón/variedad y también de las técnicas de cultivo, la parte aérea constituye el mayor sumidero de carbono (más del 40% del total). Más aún, en las condiciones de cultivo típicas —esto es, ausencia de cubierta vegetal y riego por goteo—, cada árbol adulto es capaz de fijar anualmente una cantidad de carbono superior a los 20 kg. La mayor actividad de fijación tiene lugar en los meses de primavera y otoño, ambos momentos de intensa actividad metabólica (**figura 8a**). A nivel de agroecosistema, a esa cifra hemos de restarle la cosecha —que, en definitiva, es carbono que se exporta— y también las pérdidas de este elemento debidas a la respiración del suelo. No obstante, en las condiciones de cultivo propias de las áreas mediterráneas las tasas de respiración del suelo no son elevadas (Lambers *et al.*, 1996). De hecho, la concentración de carbono en plantaciones tradicionales no muestra grandes diferencias interanuales, manteniéndose en el orden del 0,7-0,8% (carbono orgánico; véase Liguori *et al.*, 2009). En conjunto, la tasa de fijación neta de carbono típica de una plantación adulta de cítri-

FIG 8. Incorporación bruta y neta de carbono en plantaciones típicas de cítricos durante un ciclo anual



cos en plena producción suele oscilar entre 5 y 10 toneladas de C por hectárea y año. La evolución intermensual de dicho parámetro se muestra en la **figura 8b**, donde también se detectan dos máximos localizados en los momentos de mayor actividad de las plantas (primavera y otoño), coincidentes con períodos críticos desde la perspectiva agronómica (brotación vegetativa y floración).

Conclusiones y perspectivas de futuro

Los datos presentados en este estudio revelan que la agricultura valenciana, lejos de ser una fuente de emisiones de CO₂, constituye más bien un sumidero de carbono. De entre los cultivos mayoritarios, sin

duda destacan los cítricos por su superficie cultivada y también por su elevada eficiencia para fijar carbono de la atmósfera. De hecho, las plantaciones de cítricos de la Comunidad Valenciana son responsables de una fijación bruta anual de más de 4.000 Kt de CO₂, una cifra nada despreciable en relación a su potencial de mitigación del cambio climático. Estos resultados abren nuevas posibilidades de futuro en el ámbito de participación del sector agrario —y en particular el sector de la citricultura— en la lucha frente al cambio climático.

Finalmente y a la vista de los datos mostrados, también se convierte en un objetivo prioritario a medio y largo plazo la optimización de las técnicas de cultivo en un contexto de desarrollo sostenible, reduciendo al máximo las emisio-

nes —no sólo de CO₂ sino también de otros GEIs muy perjudiciales para el entorno— y maximizando la capacidad de secuestro de carbono. Así por ejemplo, determinadas prácticas agrícolas como el laboreo del suelo, el riego, la fertilización, la poda o la intensificación del cultivo influyen considerablemente en el almacenamiento de carbono en el suelo y en las plantas. En el caso de las plantaciones de frutales, además, la gestión de los restos de poda puede resultar crucial en la determinación de los balances finales de carbono de las mismas. ■

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden solicitar a través del e-mail: redaccion@eumedia.es